

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ  
(РОСПАТЕНТ)



ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ  
ПРОМЫШЛЕННОЙ СОБСТВЕННОСТИ

Бережковская наб., 30, корп. 1, Москва, Г-59, ГСП-5, 123995  
Телефон 240 60 15. Телекс 114818 ПДЧ. Факс 243 33 37

Наш № 20/12-542

10/524988 #2  
PCT/RU03/00371

Rec'd PCT/PTO 17 FEB 2005

REC'D 30 OCT 2003

WIPO

PCT

«б» октября 2003 г.

## СПРАВКА

Федеральный институт промышленной собственности (далее – Институт) настоящим удостоверяет, что приложенные материалы являются точным воспроизведением первоначального описания, формулы, реферата и чертежей (если имеются) заявки № 2002122545 на выдачу патента на изобретение, поданной в Институт в августе месяце 22 дня 2002 года (22.08.2002).

Название изобретения:

Способ подавления узкополосной помехи  
в системе широкополосной связи

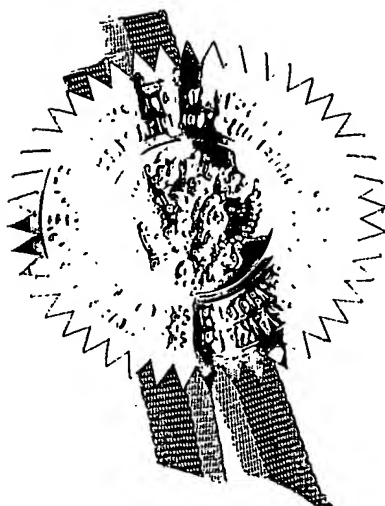
Заявитель:

БОБКОВ Михаил Николаевич  
ГАЛИЦЫН Алексей Александрович  
КАЛУГИН Василий Васильевич

Действительные авторы:

БОБКОВ Михаил Николаевич  
ГАЛИЦЫН Алексей Александрович  
КАЛУГИН Василий Васильевич

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)



Заведующий отделом 20

А.Л.Журавлев

BEST AVAILABLE COPY

2002122545

МПК 7 Н04 В 1/66  
Н04 К 1/00Способ подавления узкополосной помехи в системе  
широкополосной связи

Изобретение относится к радиотехнике и может быть использовано в технике связи, например, в широкополосных системах связи с расширением спектра сигнала.

В обычных системах для расширения спектра сигнала модулируют амплитуду сигнала, фазу, частоту или то и другое вместе. Во всех данных системах основным видом помех являются узкополосные помехи, то есть помехи, у которых вся энергия сосредоточена в узкой полосе частот. Поэтому задача фильтрации сложного сигнала при одновременном воздействии на приемник флуктуационного шума и мощных узкополосных помех, находящихся в спектре полезного сигнала, весьма актуальна. Это связано с тем, что мощная узкополосная станция может полностью нарушить связь в широкополосных системах, так как в умножителе коррелятора узкополосная помеха преобразуется в фазоимпульсный сигнал, имеющий линейчатый спектр с огибающей, пропорциональной  $\sin(x)/x$ , и при достаточно мощной помехе уровень шума на выходе коррелятора может превысить уровень свернутого полезного сигнала.

Существует достаточно много способов для устранения этого явления, например, квази оптимальная линейная фильтрация, режекция участка спектра, компенсационные способы и т.д. (1).

Недостатком известных способов является их сложность.

BEST AVAILABLE COPY

Наиболее близким к данному изобретению является способ подавления узкополосных помех в системе широкополосной связи, при котором в передающем тракте формируют передаваемый полезный сигнал, изменяют частотный параметр такта псевдослучайного сигнала  $F_{\text{псп}}$  в соответствии с заданной информацией, формируют цифровой фазовый шумовой сигнал с центральной частотой  $F_0$ , логически суммируют его с полученным ранее цифровым псевдослучайным сигналом, усиливают полученный сигнал, в приемном устройстве, принимают передаваемый сигнал с наложенным на него в среде распространения узкополосным сигналом с полосой частот  $F_{\text{узк}} \ll F_{\text{псп}}$ , фильтруют принятый сигнал путем пропускания через высокочастотный полосовой фильтр с полосой пропускания  $2 F_{\text{псп}}$  и центральной частотой  $F_0$ , преобразуют входной сигнал в напряжение, пропорциональное мощности, полученный сигнал фильтруют в полосе частот  $(F_{\text{узк}} - F_{\text{псп}})$ , усиливают, ограничивают полученный сигнал, а затем корреляционным методом обработки получают сигнал рассогласования между тактовой частотой  $F_{\text{псп}}$  передаваемого сигнала и соответствующей тактовой частотой приемного устройства (2).

Недостатком данного способа является низкий коэффициент подавления помех, создаваемых мощными узкополосными станциями.

Технический результат данного изобретения заключается в повышении коэффициента подавления узкополосной помехи в приемном устройстве и практически полном избавлении от влияния мощной узкополосной помехи или группы узкополосных помех в ограниченной полосе частот, в том числе и частотно модулированных и сканирующих помех, что позволит повысить качество связи за счет повышения помехозащищенности полезного сигнала.

Указанный технический результат достигается тем, что в способе подавления узкополосной помехи в системе широкополосной связи в передающем тракте формируют широкополосный шумовой сигнал в полосе частот

$(F_0, F_1)$ , модулируют широкополосный шумовой сигнал по заданному закону модуляции для модуляции мощности с частотой модуляции  $F_{\text{мод}} \ll (F_1 - F_0)$ , пропускают полученный сигнал через среду распространения, принимают его в приемном устройстве с наложенной на него в среде распространения узкополосной помехой, фильтруют в полосе частот  $(F_0, F_1)$ , формируют два сигнала, один из которых получают в результате усиления отфильтрованного в полосе частот  $(F_0, F_1)$  сигнала и ограничения его по амплитуде, а в качестве второго сигнала используют упомянутый отфильтрованный сигнал или линейно усиленный без изменения формы отфильтрованный сигнал, перемножают полученные два сигнала, результирующий сигнал фильтруют в полосе частот  $[\Delta F_{\text{узк}}, (F_1 - F_0)]$ , выделяют огибающую полученного сигнала и демодулируют ее для получения информационного сигнала, где  $\Delta F_{\text{узк}}$  - частотная полоса спектра изменения квадрата амплитуды напряжения узкополосной помехи.

На фиг.1 представлена блок схема устройства, реализующего способ подавления узкополосной помехи в системе широкополосной связи;

на фиг.2 - блок схема среды распространения;

на фиг.3 - форма отфильтрованного в полосе частот  $(F_0, F_1)$  сигнала, полученного после его усиления и ограничения;

на фиг.4 - форма отфильтрованного в полосе частот  $(F_0, F_1)$  сигнала или линейно усиленного отфильтрованного в полосе частот  $(F_0, F_1)$  сигнала ;

на фиг.5 - спектр результирующего сигнала, полученного после умножения двух указанных сигналов;

на фиг.6 - спектр отфильтрованного в полосе частот  $[\Delta F_{\text{узк}}, ((F_1 - F_0))]$  результирующего сигнала.

Устройство, реализующее способ подавления узкополосной помехи в системе широкополосной связи содержит передающий тракт, который включает в себя последовательно соединенные генератор 1 широкополосного

шумового сигнала, модулятор 2 и передающую антенну 3 (фиг.1), сигнал с которой через среду распространения (фиг.2) подается на приемную антенну 3' принимающего устройства 4, с которой сигнал поступает на вход полосового фильтра 5 с полосой пропускания частот  $(F_0, F_1)$ , выход которого соединен с входом усилителя 6. Выход усилителя 6 соединен со входами линейного усилителя 7 и усилителя 8 с ограничением, выходы которых подключены ко входам блока умножения 9, соединенного выходом с входом полосового фильтра 10 с полосой пропускания частот  $[\Delta F_{\text{узк}}, (F_1 - F_0)]$ . С выхода полосового фильтра 10 сигнал подается на вход блока 11 выделения огибающей сигнала, отфильтрованного в полосе частот  $[\Delta F_{\text{узк}}, (F_1 - F_0)]$ . Полученный сигнал поступает на демодулятор 12 для выделения информационного сигнала.

Рассматриваемый способ подавления узкополосной помехи в системе широкополосной связи осуществляется следующим образом.

В передающем тракте генератором 1 формируют широкополосный шумовой сигнал в полосе частот  $(F_0, F_1)$ , который модулируют по мощности (модулятор 2) по заданному закону модуляции с частотой модуляции  $F_{\text{мод}} \ll (F_1 - F_0)$ . Полученный сигнал передается в среду распространения, например, радио эфир (фиг.2), где на него накладывается узкополосная помеха. Узкополосная помеха, накладываемая в среде распространения на широкополосный шумовой сигнал может быть амплитудно-модулированной, частотно-модулированной, сканирующей и т.д., но должна удовлетворять следующим условиям: частота узкополосной помехи  $F_{\text{узк}}$  удовлетворяет условию  $F_0 < F_{\text{узк}} < F_1$ , а частотная полоса спектра изменения квадрата амплитуды напряжения помехи  $(\Delta F_{\text{узк}})$  должна быть много меньше, чем частотная полоса спектра изменения квадрата амплитуды напряжения модулированного широкополосного шумового сигнала в точке приема. Таким образом на вход принимающего устройства поступает сигнал, равный векторной сумме на-

пражений полезного сигнала  $\bar{U}_{\text{сиг}}$  и узкополосной помехи  $\bar{U}_{\text{узк}}$ . Этот смешанный сигнал поступает на вход полосового фильтра 5 с полосой пропускания частот  $(F_0, F_1)$ . Затем отфильтрованный сигнал, предварительно усиленный усилителем 6, разделяют на два сигнала. При этом первый сигнал получают после усиления отфильтрованного в указанной полосе частот сигнала и ограничения его по амплитуде в усилителе 8. При прохождении сигнала с помехой через усилитель-ограничитель помеха подавит полезный сигнал и на его выходе формируется сигнал нормированной величины  $\bar{U}_{\text{узк}}/|\bar{U}_{\text{узк}}|$ . В качестве второго сигнала используют упомянутый отфильтрованный сигнал или отфильтрованный сигнал, усиленный линейным усилителем 7. Линейный усилитель 7 не изменяет форму отфильтрованного сигнала и он будет иметь вид  $k \cdot (\bar{U}_{\text{сиг}} + \bar{U}_{\text{узк}})$ . Формы указанных двух сигналов представлены на фиг.3,4 соответственно. Полученные два сигнала поступают на соответствующие входы блока умножения, который перемножает их, обеспечивая на выходе результирующий сигнал, спектр которого представлена на фиг.5. Затем результирующий сигнал фильтруют полосовым фильтром 10 с полосой пропускания частот  $[\Delta F_{\text{узк}}, (F_1 - F_0)]$ . При этом узкополосная помеха является гетеродином для полезного сигнала и в случае выполнения условия, при котором частотная полоса спектра  $\Delta F_{\text{узк}}$  много меньше частотной полосы спектра изменения квадрата амплитуды напряжения модулированного широкополосного шумового сигнала, после пропускания результирующего сигнала перемножения через полосовой фильтр с полосой пропускания частот  $[\Delta F_{\text{узк}}, (F_1 - F_0)]$  исключается сама узкополосная помеха. <sup>(Фиг. 6)</sup> Выделяя далее огибающую из отфильтрованного сигнала получаем полезный сигнал, модулированный по мощности, который в дальнейшем обрабатывается по известным законам демодуляции для получения информационного сигнала. При этом модуляция мощности  $F_{\text{мод}}$  может быть осуществлена самыми различными способами, например с использованием амплитудно-

частотной модуляции или импульсной модуляции с применением любых способов кодирования и псевдослучайных последовательностей.

Таким образом информация закладывается в изменение мощности сигнала и передается во всей полосе частот ( $F_0$ ,  $F_1$ ), а при переносе спектра во время обработки в приемнике - переносится вместе со спектром.

Из сказанного следует, что ограничивающим фактором для данного способа подавления узкополосной помехи является полоса спектра изменения мощности помехи, а не частотная полоса, занимаемая помехой в эфире, что позволяет подавить и даже сканирующую помеху не зная реального месторасположения ее в эфире.

(56) 1. Адресные системы управления и связи, под редакцией ТУЗОВА Г.И., Москва, Радио и связь, 1993, с. 256-259, 261-264.

2. RU 2127021 C1, (КАЛУГИН В.В. и др.), 27.02.1999

# Формула изобретения

Способ подавления узкополосной помехи в системе широкополосной связи, при котором в передающем тракте формируют широкополосный шумовой сигнал в полосе частот  $(F_0, F_1)$ , модулируют широкополосный шумовой сигнал по заданному закону модуляции для модуляции мощности с частотой модуляции  $F_{\text{мод}} \ll (F_1 - F_0)$ , пропускают полученный сигнал через среду распространения, принимают его в приемном устройстве с наложенной на него в среде распространения узкополосной помехой, фильтруют в полосе частот  $(F_0, F_1)$ , формируют два сигнала, один из которых получают в результате усиления отфильтрованного в полосе частот  $(F_0, F_1)$  сигнала и ограничения его по амплитуде, а в качестве второго сигнала используют упомянутый отфильтрованный сигнал или линейно усиленный без изменения формы отфильтрованный сигнал, перемножают полученные два сигнала, результирующий сигнал фильтруют в полосе частот  $[\Delta F_{\text{узк}}, (F_1 - F_0)]$ , выделяют огибающую полученного сигнала и демодулируют ее для получения информационного сигнала, где  $\Delta F_{\text{узк}}$  - частотная полоса спектра изменения квадрата амплитуды напряжения помехи.



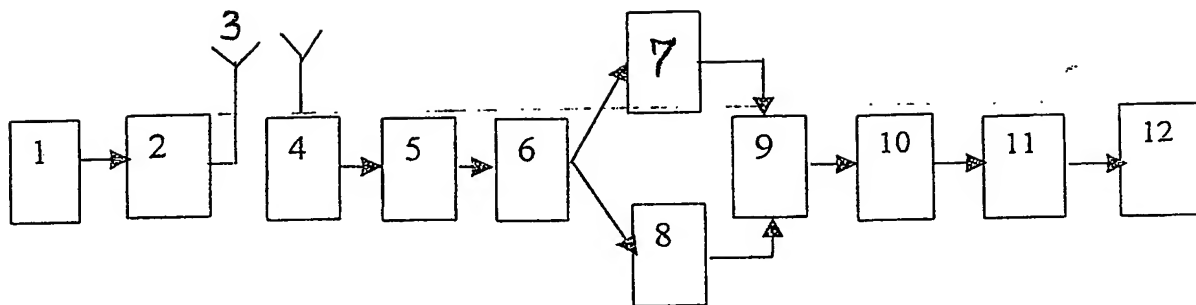


Рис. 1

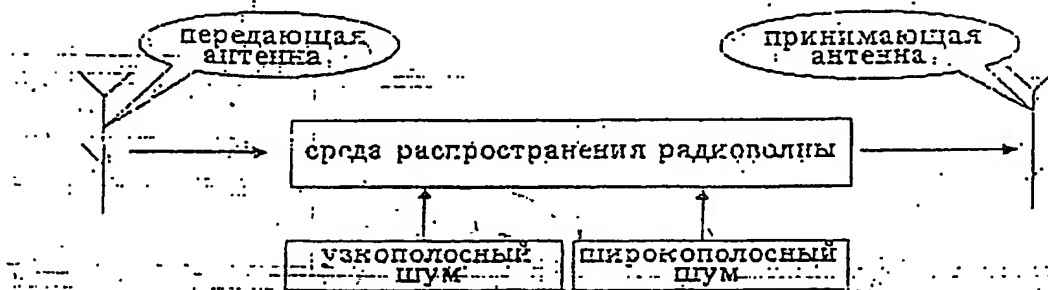
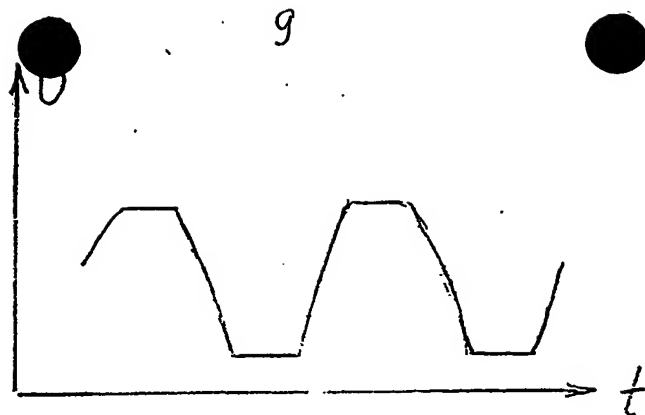
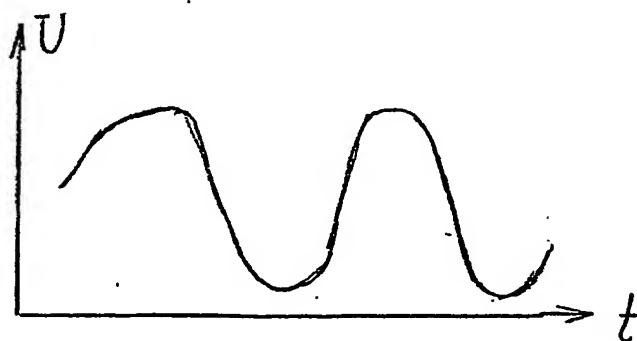


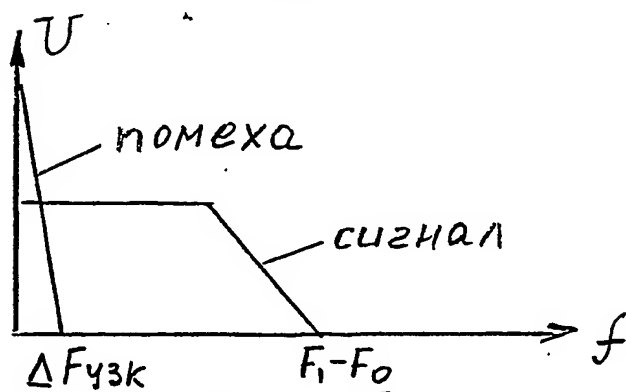
Рис. 2



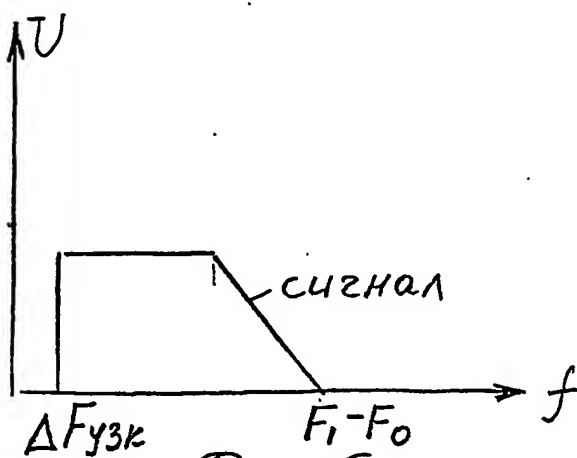
Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6

## Способ подавления узкополосной помехи в системе широкополосной связи

## Реферат

Изобретение относится к радиотехнике и может быть использовано в технике связи, например, в широкополосных системах связи с расширением спектра сигнала. Технический результат заключается в повышении коэффициента подавления узкополосной помехи и практически полном избавлении от влияния мощной узкополосной помехи или группы узкополосных помех в ограниченной полосе частот, в том числе частотно модулированных и сканирующих, что позволит повысить качество связи за счет повышения помехозащищенности полезного сигнала. В способе подавления узкополосной помехи в системе широкополосной связи сформированный в передающем тракте в полосе частот  $(F_0, F_1)$  шумовой сигнал, модулируют по мощности по заданному закону модуляции с частотой модуляции  $F_{\text{мод}} \ll (F_1 - F_0)$  и пропускают через среду распространения, в которой на него накладывается узкополосная помеха, принимают в приемном устройстве, фильтруют в полосе частот  $(F_0, F_1)$ , усиливают и разделяют на два сигнала. Один сигнал получают в результате усиления отфильтрованного сигнала и его ограничения по амплитуде, а в качестве второго сигнала используют отфильтрованный сигнал или линейно усиленный без изменения формы отфильтрованный сигнал. Затем перемножают полученные два сигнала, результирующий сигнал фильтруют в полосе частот  $[\Delta F_{\text{узк}}, (F_1 - F_0)]$ , где  $\Delta F_{\text{узк}}$  - частотная полоса спектра изменения квадрата амплитуды напряжения помехи, выделяют огибающую сигнала, полученного после фильтрации в полосе частот  $[\Delta F_{\text{узк}}, (F_1 -$

$F_0]$  с целью последующей демодуляции и получения информационного сигнала. 6 ил.